

# 최종체절구간에서 유속변화에 관한 연구

A Study on the Current Change in Final closing section

신문섭 · 유시흥 · 이용래(군산대) · 권철휘\*(국립해양조사원) · 최용규(수산진흥원)  
Shin, Moon Seup · Yu, Shi Hung · Lee, Yong Rea · Kwoun, Chul Hui · Choi, Yong Kyu

## Abstract

The purpose of this study is to find on the Current Change and residual current in Final closing section of Seamangum the sea dike. The  $M_2$  current was calculated in two case of the two and three point Final closing section. The residual currents are calculated diagnostically from the observed water temperature and salinity data and wind data and tidal residual current.

## 1. 서론

새만금간척 최종체절구간에서 유속변화를 알아보았다. 최종체절구간에서  $M_2$ 분조에 의하여 발생한 흐름은 2가지 경우에 대하여 알아보았다.

## 2. 본론

### 2.1 조류, 조석수치계산

새만금간척 최종체절구간에서 유속변화를 알아보기 위하여 이용한 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_x}{h} \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_y}{h} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

여기서  $u, v$ 는  $x, y$ 방향의 유속,  $f$  ( $8.55 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ )는 코리올리파라메타,  $g$  ( $980 \text{ cm}^{-2}$ )는 중력 가속도,  $\eta$ 는 평균 수면으로부터 해면상승량,  $h$ 는 수심,  $A_h$  ( $10^4 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ )는 수평와동 점성계수,  $\tau_x, \tau_y$  ( $2.6 \times 10^{-3}$ )는 해저마찰을 나타내고 있다. (1),(2),(3)식을 차분화하여 계산하였다.

$$\begin{aligned}\tau_x &= -\gamma_b^2 (u^2 + v^2)^{1/2} u \\ \tau_y &= -\gamma_b^2 (u^2 + v^2)^{1/2} v\end{aligned}\tag{4}$$

여기서  $\gamma_b^2$ 는 헤저마찰계수이다.

## 2.2 초기 및 경계조건

수평 격자의 크기는  $1.0\text{km} \times 1.0\text{km}$ 하였으며, 계산 시간 간격  $\Delta t$ 은 27초로 하였다. 경계는 서남북경계로, 농어촌 진흥 공사에서 관측으로부터 얻어진  $M_2$ 분조의 진폭과 위상을 다음식과 같이 수위를 주었다.

$$\eta = \eta_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T_M} t - P\right)\tag{5}$$

연안선에서 유속은  $u = v = 0$ (non-slip condition)을 주었다.

여기서,  $\eta_0, P$ 는 open boundary의 진폭과 위상이고,  $T_M$ 는  $M_2$ 의 조석주기,  $t$  시간이다. 계산영역을 정방형 격자로 나누고, CFL(Courant Friedrichs Lewy)조건을 만족하게 time step를 결정하였다.

Courant 수의 식은 다음과 같다.

$$C = u \frac{\Delta t}{\Delta x} \leq 1\tag{6}$$

여기서  $c$ 는 Courant number,  $\Delta x$ 는  $x$ 방향의 mesh크기,  $\Delta t$ 는 time step,  $u$ 는 가장 빠른 천해파의 전파속도( $\sqrt{gh}$ )이다. 개방 경계는 서·남·북경계로 하였다. 경계치는 농어촌 진흥 공사에서 관측으로부터 얻어진  $M_2$ 분조의 진폭과 위상을 남쪽 경계에서  $163 \sim 204\text{ cm}$ ,  $54.25^\circ \sim 65.45^\circ$ , 북쪽 경계에서  $167.5 \sim 217.0\text{ cm}$ ,  $82.0^\circ \sim 88.70^\circ$ , 서쪽 경계에서  $163 \sim 167.5\text{ cm}$ ,  $54.25^\circ \sim 82.0^\circ$ 를 사용하여 (1),(2),(3)식을 계산하였다. 정지해면는 평균 해면으로(기본수준면+평균해면:3.4m)하였으며 정지하고 있는 상태에서 계산을 시작하였다. 수치계산방법은 음해법을 이용하였으며 계산 4주기 후에 정상적인 진동이 얻어졌다. 따라서 결과는 5주기의 조석과 조류의 계산 결과를 Fourier분해하였다.

Table 1 Parameter for  $M_2$  tidal current Calculation

Mesh size ( $\Delta x, \Delta y$ )		1.0km
Time step ( $\Delta t$ )		27 sec
Coef. of ho. eddy viscosity( $\nu_h$ )		$10^4 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$
Grav. acceleration ( $g$ )		$980 \text{ cm sec}^{-2}$
Coriolis parameter ( $f$ )		$8.55 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$
Bo.frictional coefficient ( $\gamma_b^2$ )		$2.6 \times 10^{-3}$
River discharge	Geum river	$1871 \text{ m}^3/\text{s}$
	Mankyung river	$23 \text{ m}^3/\text{s}$
	Dongjin river	$20 \text{ m}^3/\text{s}$

### 3. 계산결과

세만금간척전과 최종체절구간에서 계산결과로 부터 얻어진  $M_2$ 분조의 진폭과 위상분포는 Fig.1과 같고 창·낙조시의 유속분포는 Fig.2와 같다.  $M_2$ 분조의 유속진폭은 Fig.3와 같다

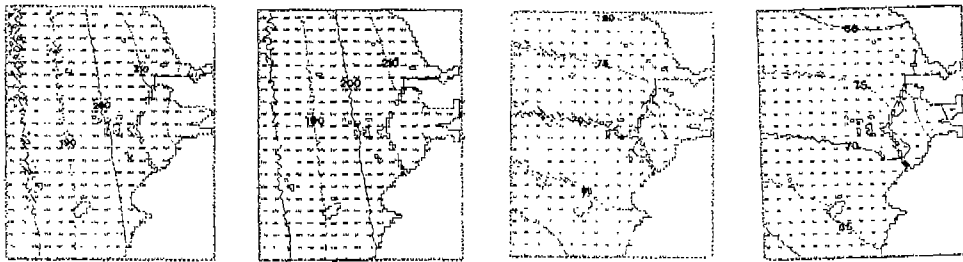


Fig.1 Calculated co-amplitude and co-phase charts of  $M_2$  tide in final closing section.

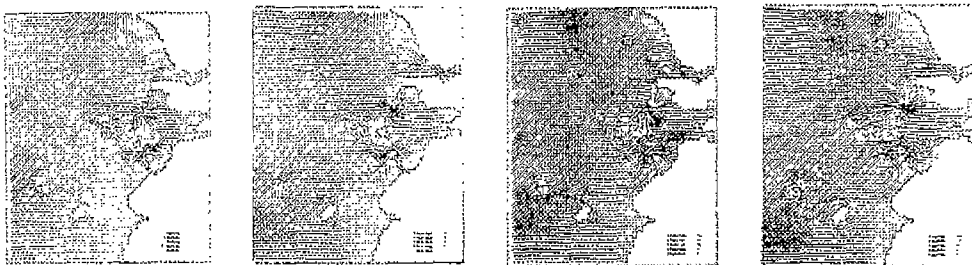
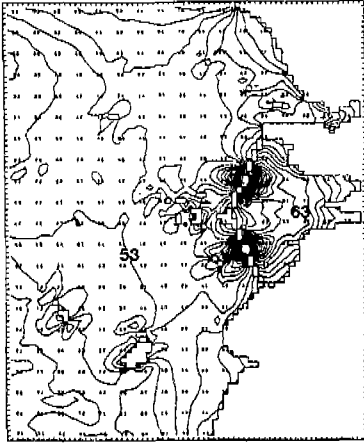
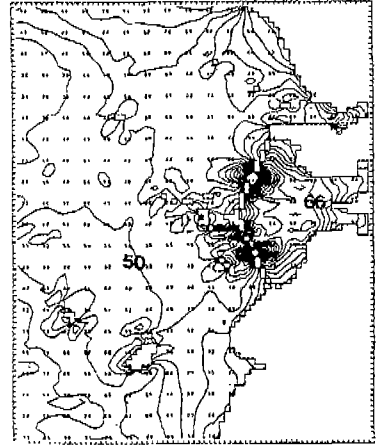


Fig.2 Flow patterns of  $M_2$  tidal current at the maximum flood and ebb.



Gap 1(3km) · 2(3km)



Gap 1(2km) · 2(1km) · 3(2km)

Fig.3 Tidal current amplitude in Gap

#### 4. 결론

새만금간척 최종체절구간에서 유속변화를 알아보았다. 최종체절구간에서  $M_2$ 분조에 의하여 발생한 흐름은 2가지 경우에 대하여 알아보았다. 최종체절구간이 1·2인 경우와 1·2·3인 경우에 대해서 조류와 잔차류를 계산하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 계산결과로부터 얻어진 계산지점의 조화분석 한  $M_2$ 분조의 조류 타원도는 관측 결과로부터 얻어진 관측지점의 조화분석 한  $M_2$ 분조의 조류타원도를 잘 재현하였다고 판단된다.

2. 조석응력결과와 여름의 수온·염분·바람관측자료를 이용하여 최종체절축조시 진단Model의 계산결과 만경강과 동진강하구부분의 상층에서 시계방향의 잔차류가 형성되고 있었다. 금강하구앞 해역부분의 상층에서 시계방향의 큰원형의 잔차류가 형성되고 있었다. 또한 고군산군도 남쪽인 경우 고군산남쪽해역에서 위도사이에서 시계방향과 반시계방향의 상반된 잔차류가 형성되고 있었다.

3. 최종체절구간이 1(3km) · 2(3km)인 경우와 1(2km) · 2(1km) · 3(2km)인 경우에 대해서  $M_2$ 분조의 진폭과 위상을 계산하여 본 결과 위상은 최종체절구간이 1·2인 경우가 1·2·3인 경우보다 느려졌다. 진폭은 최종체절안쪽에서 체절구간이 1·2인 경우가 1·2·3인 경우보다 작아졌다. 그리고 유속진폭은 체절구간이 1·2인 경우가 1·2·3인 경우보다 작았다

#### References

1. 柳哲雄:沿岸海洋學,1989,恆星社厚生閣
2. 林迎春·申東壽·申文燮 : 干拓工學,1988,京文社
3. 李種南·申文燮 : 水産土木,1987,京文社
4. 李種南,片宗根,申文燮,金圭漢,洪聖根:海岸水理學,1995,東明社
5. 申文燮:沿岸水理學,1998,日光出版社